



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# LAITEKOHTAISEN TUOTANNONSUUNNITTELUN TUTKIMUSTYÖ

Hydroline Oy

TEKIJÄ: Joanna Lähteenmäki

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Joanna Lähteenmäki			
Työn nimi Laitekohtaisen tuotannonsuunnittelun tutkimustyö			
Päiväys	31.5.2017	Sivumäärä/Liitteet	32
Ohjaaja(t) TKI asiantuntija Kai Kärkkäinen ja yliopettaja Veli-Matti Tolppi			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Hydroline Oy			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Hydroline Oy:n tuotannon suunnittelua sekä löytää mahdollisuus ja kehitysideat päivä- ja laitekohtaiselle tuotannonsuunnittelulle. Tuotannonsuunnittelun ongelma on sen laajuus. Työssä tutustuttiin ensin tuotannonsuunnittelun teoriaan yleisesti sekä yrityksen toiminnan periaatteisiin.</p> <p>Tutkittavasta aiheesta tehtiin ongelma-analyysi, jonka pohjalta pystyttiin määrittelemään opinnäytetyön tarkemmat tavoitteet. Tutkimustyö tehtiin yhteen tuotantosoluun, jossa haastateltiin solun työntekijöitä, tutustuttiin solun koneisiin ja materiaalinvirtaukseen. Lisäksi tutustuttiin yrityksessä käytettyyn V10 toiminnanohjausjärjestelmään ja siellä yrityksen tuotannonsuunnittelun työkaluun, vaihemalleihin, mallivaiheketjuihin sekä näiden linkittymiseen keskenään.</p> <p>Opinnäytetyössä päästiin annettuihin tuloksiin. Tutkimuksien pohjalta havaittiin, että yrityksen toiminnanohjausjärjestelmässä pystytään tuotantoa suunnittelemaan laite- ja päiväkohtaisesti. Lisäksi tuotantosolusta löydettiin pulonkaula, joka kuormittaa yhtä solun vaiheista enemmän kun muut vaiheet.</p>			
Avainsanat tuotannonsuunnittelu, toiminnanohjausjärjestelmä, mallivaiheketju, tuotantosolu			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Joanna Lähteenmäki			
Title of Thesis Research on Machinery Specific Production Planning			
Date	31 May, 2017	Pages/Appendices	32
Supervisor(s) Mr. Kai Kärkkäinen R&D-Advisor and Mr. Veli-Matti Tolppi, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Hydroline Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final year project was to study the production planning of Hydroline Oy. More specifically, the purpose was to find the opportunities and development ideas for day and machinery specific production planning. The issue with production planning is its vast scope. The project was started by studying the theory of production planning in general, and the company's main principles of operation.</p> <p>A problem analysis was done on the target of this research. Based on this analysis, specific goals for the thesis could be set. The research was based on one production unit, and it encompassed interviewing the staff, getting to know the machinery involved, and observing the flow of materials. The work also comprised familiarizing with the V10 Enterprise Resource Planning (ERP) system, which includes the company's production planning tool, production stage models, production chain models, and how they connect as a whole.</p> <p>The project succeeded in reaching the goals set. Based on the research done, the ERP used in the company enables day and machinery specific production planning. In addition, it was noticed that there is a bottleneck in the production unit which slows down one of the stages more than others.</p>			
Keywords production planning, Enterprise Resource Planning (ERP), production stage model, production unit			

## ESIPUHE

Haluan kiittää Hydroline Oy:n tehtaanjohtaja Timo Karhusta ja SCM päällikkö Tarja Lehtoa opinnäytetyön aiheen annosta, sekä tuesta ja opastuksesta työn edetessä. Haluan kiittää myös Savonia ammattikorkeakoulun ohjaavaa opettajaa TKI- asiantuntija Kai Kärkkäistä hyvästä ohjauksesta. Lisäksi haluan vielä kiittää perhettä ja ystäviä ymmärryksestä ja tuesta, jota sain opinnäytetyön tekemisen ajan.

Kuopiossa 31.5.2017

Joanna Lähteenmäki

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
2	HYDROLINE OY .....	8
2.1	Yrityksen historia .....	8
2.2	Yrityksen nykytila .....	9
3	TOIMINNANOHJAUS .....	10
3.1	Toiminnanohjauksen tavoitteet .....	10
3.1.1	Kapasiteetti .....	11
3.1.2	Vaihto-omaisuuden minimointi .....	11
3.1.3	Toimitusvarmuus .....	11
3.1.4	Läpimenoaika .....	11
3.2	Toiminnanohjausprosessi .....	12
3.3	Tuotannon kokonaissuunnittelu .....	13
3.4	Tuotannon karkea suunnittelu .....	14
3.4.1	Kuormitussuunnitelma .....	14
3.4.2	Kuormituspiirros .....	15
3.5	Tuotannon hienosuunnittelu .....	16
4	LEAN-AJATTELU .....	17
4.1	Lean ajattelu .....	17
4.1.1	Leanin historia .....	17
4.1.2	Just in time (JIT) .....	18
4.1.3	Imuohjaus .....	18
4.1.4	Heijunka .....	18
4.1.5	Muda .....	19
5	PROSESSI .....	20
5.1	Prosessin kolme lakia .....	20
5.1.1	Littlen laki .....	20
5.1.2	Pullonkaulat .....	21
5.1.3	Vaihtelun vaikutus prosesseihin .....	22
6	TOIMINNANOHJAUKSEN TIETOJÄRJESTELMÄ (ERP) .....	24
6.1	Toiminnanohjausjärjestelmä .....	24
6.1.1	Tuoterakenteen määrittäminen .....	25

7	TYÖN SUORITUS.....	26
7.1	Solukohtainen tuotannonsuunnittelu .....	26
7.1.1	Solukohtaisen tuotannonsuunnittelun ongelma .....	27
7.1.2	Laite- ja päiväkohtaisen tuotannonsuunnittelun tavoite.....	28
7.2	Tuotantosolu .....	28
7.3	Mallivaiheketju ja valmistusmalli .....	29
8	TYÖN TULOKSET .....	30
9	YHTEENVETO.....	31
	LÄHTEET .....	32

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia siilinjärveläisen hydraulikkasyntereiden valmistajan Hydroline Oy:n tuotannonsuunnittelua ja -ohjausta. Yrityksen nykyisestä solukohtaisesta tuotannonsuunnittelusta halutaan siirtyä suunnittelemaan tuotantoa tarkemmin, jotta tuotannon ongelmiin pystytään reagoimaan yksityiskohtaisemmin laite- ja päivätasolla. Tuotannonsuunnittelussa halutaan erityisesti kiinnittää huomiota laite- ja päiväkohtaiseen suunnitteluun. Yrityksen tuotannonsuunnittelussa käytetään kolmea tuotantosolua, joista työ rajattiin yhteen tuotantosoluun, mitä tutkitaan tarkemmin.

Hydroline Oy:n toiminnanohjausjärjestelmä V10 (ERP-järjestelmä) on keskeisessä roolissa tuotannonsuunnittelua tutkittaessa. Toiminnanohjausjärjestelmässä suunnitellaan ja ohjataan yrityksen tuotannon toimintaa. Työssä tutkitaan toiminnanohjausjärjestelmän prosessien ja resurssien linkittymistä tuotannonsuunnittelun työkaluun.

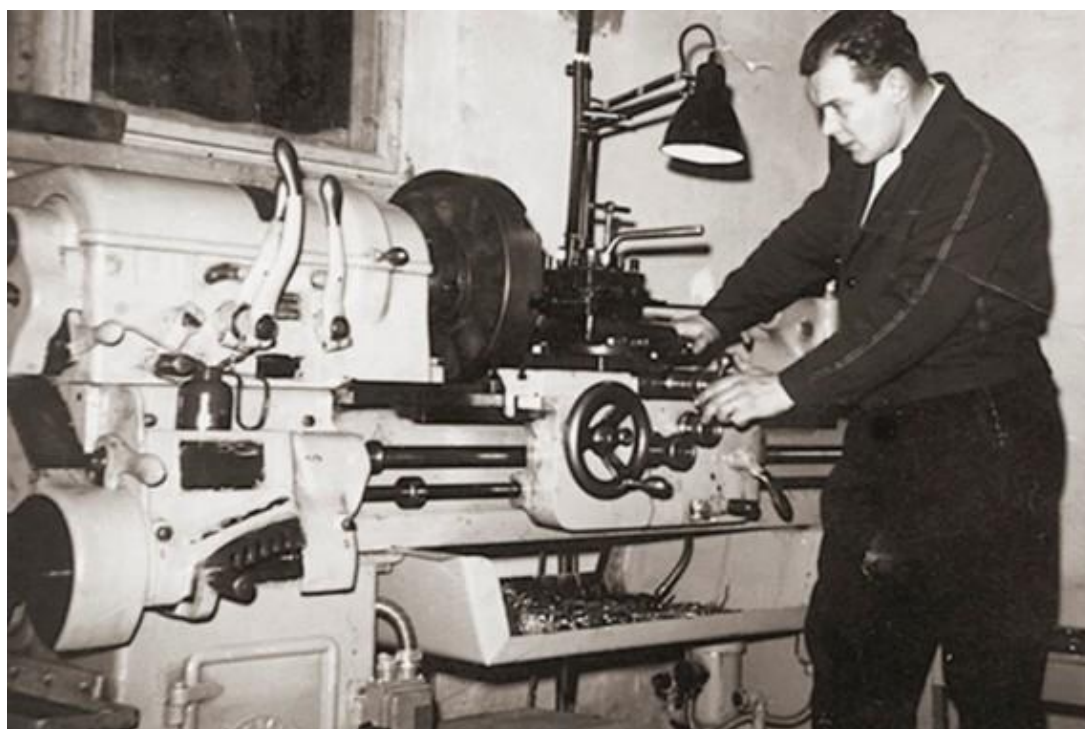
Työssä selvittämään solukohtaisen tuotannonsuunnittelun ongelmat ja mihin halutaan erityisesti kiinnittää huomiota tuotannonsuunnittelussa. Tuotantosolun tutkimisessa tarvitsee kiinnittää huomiota tuotannon koneisiin ja materiaalin virtaukseen niiden välillä. Näin pystytään määrittelemään tehdäänkö tuotantosolussa asiat järkevästi ja hukkaa säästellen. Toiminnanohjausjärjestelmästä etsitään tietoa materiaalien mallivaiheketjuista ja tarkastellaan tuotantosolun mallivaiheketjuja. Opinnäytetyössä tutustutaan teoreettisesti toiminnanohjaukseen ja tuotannonsuunnitteluun, tuotannon toiminnanperiaatteisiin sekä toiminnanohjausjärjestelmän toimintaan.

## 2 HYDROLINE OY

Tässä luvussa esitellään opinnäytetyön toimeksiantajayritys Hydroline Oy. Yrityksen historiasta ja vaiheista nousta maan johtavaksi hydraulikkasyntereiden valmistajaksi.

### 2.1 Yrityksen historia

Hydroline Oy perustettiin 1960-luvulla. Helge Laakkonen perusti yrityksen Metallisorvaamo H. Laakkonen vuonna 1962 Kuopiossa sijaitsevaan omakotitalonsa kellariin (kuva 1.). Ensimmäisen työntekijän Laakkonen palkkasi 1960-luvun loppupuolella. (Hydroline Oy, 2017)



Kuva 1. Metallisorvaamo H. Laakkonen (Hydroline Oy, 2017)

Yritys siirtyi nykyisiin Siilinjärven, Vuorelassa sijaitsevaan tuotantotiloihin vuonna 1984, jonka jälkeen yritys on kasvattanut laite- ja henkilöstömääräänsä jatkuvasti. Vuonna 1994 yrityksen nimi Metallisorvaamo H. Laakkonen vaihtui nykyiseksi Hydroline Oy nimeen. 2000-luvun puolella yritys kasvoi 60 henkilöstä, 200 henkilöön sekä samaan aikaan yrityksen liikevaihto nousi 6 miljoonasta eurosta 32 miljoonaan euroon. Tuotantotiloja on laajennettu vuosina 1990, 2001, 2005 sekä 2009. Hydroline Oy on perheyriety, jonka omistaa nykyään Helge Laakkosen pojan pojat. Jukka Laakkonen, joka on yrityksen hallituksen puheenjohtajana sekä Mikko Laakkonen, joka toimii perheyrietyksen toimitusjohtajana. (Hydroline Oy, 2017)

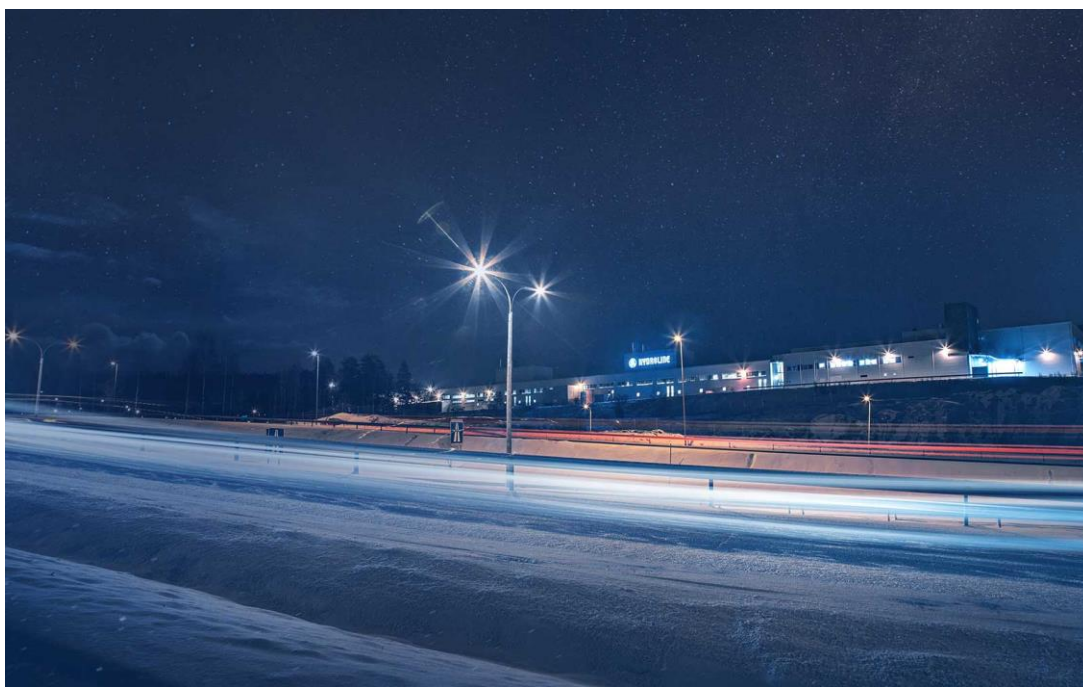


## 2.2 Yrityksen nykytila

Nykyään Hydroline Oy toimii kahdessa tehtaassa, Suomessa (kuva 2.) ja Puolassa. Puolan tehtaassa (Hydroline Poland sp. z o.o.) tuotantotilojen rakennus alkoi vuonna 2012 sekä samana vuonna yritys avasi myyntikonttorin Kiinan, Shanghaissa. (Hydroline Oy, 2017)

Hydroline Oy työllistää tällä hetkellä Siilinjärven, Vuorelan tehtaalla 231 henkilöä, joista toimihenkilöjä on noin 50 henkilöä. Puolan tehtaalla työskentelee noin 20 henkilöä. Hydroline Oy:n liikevaihto vuonna 2015 oli 32 397 000 miljoonaa euroa. Yrityksen suurimmat asiakkaat ovat muun muassa kaivoskonevalmistajat Sandvik ja Normet, metsäkonevalmistaja John Deere, nosturivalmistaja Bron- to Skylift sekä Agco Valtra ja Cargotec Oyj. (Hydroline Oy, 2017); (Hydroline Oy, 2017)

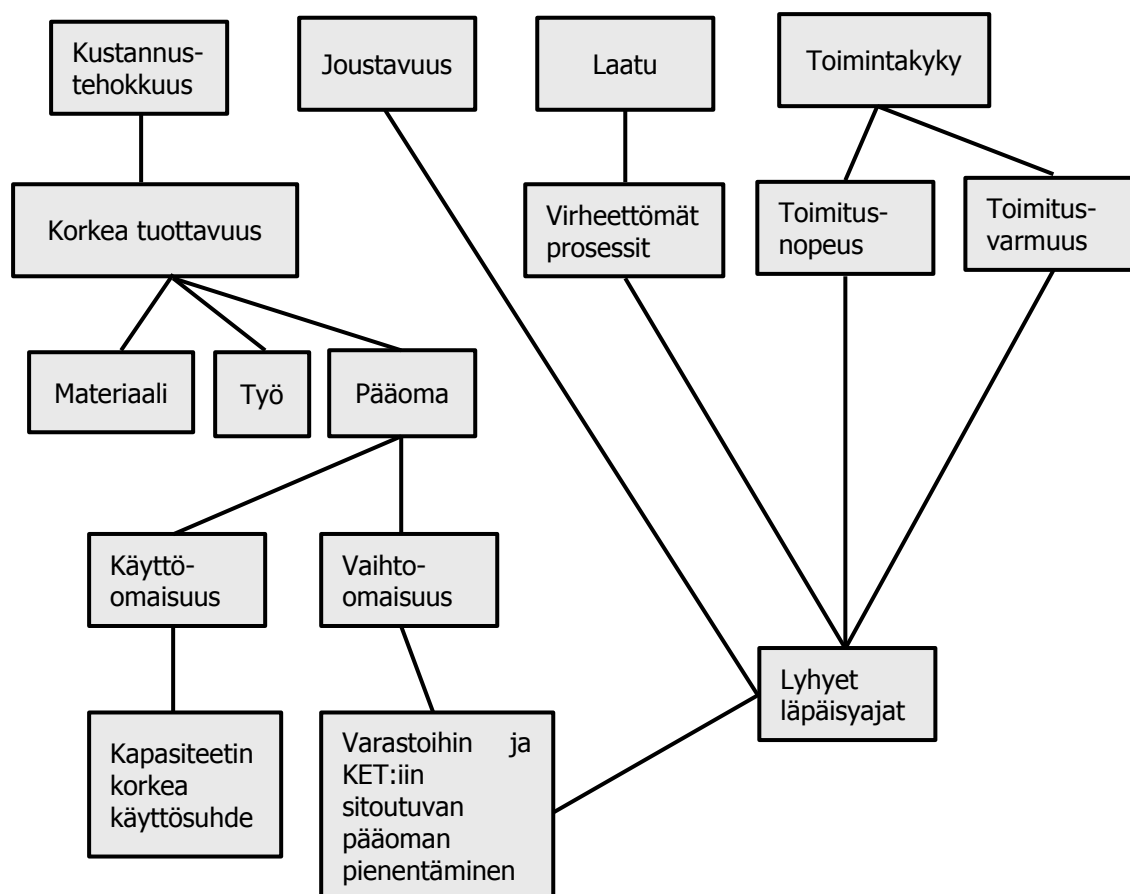
”Hydroline aikoo kasvaa kaksinkertaiseksi: ”Homma rokkaa hyvin”. Viiden vuoden suunnitelmassa jo vuonna 2020 tavoite on tuplata yrityksen toiminta.” (Issakainen, 2016).



Kuva 2. Hydroline Oy (Hydroline Oy, 2017)

### 3 TOIMINNANOHJAUS

Toiminnanohjauksella tarkoitetaan yrityksen eri toimintojen ja tehtävien suunnittelua ja hallintaan tilaus-toimitusketjussa. Toiminnanohjaukseen sisältyy tuotannon lisäksi erilaisten toimintojen, kuten myynnin, jakelun-, tuotesuunnittelun- ja hankintojen ohjausta. Yritysten toiminta on yleensä monimutkainen kokonaisuus, joka koostuu erillisistä tehtävistä ja toiminnoista (kuvio 1). Päivittäin yrityksessä tapahtuu useita kymmeniä erilaisia tehtäviä eri prosesseissa, kuten suunnittelussa, valmistuksessa ja materiaalinkäsittelyssä. Toiminnanohjauksen tavoitteet ovat selkeät: Organisoitava ja ohjattava toimintaa siten, että yrityksen tuotannon tavoitteet muodostavat parhaan mahdollisen lopputuloksen. Tuotannon suunnittelussa ja toteutuksessa noudatetaan yrityksen keskeisiä pelisääntöjä ja toimintaperiaatteita, jotka on valmiiksi toiminnanohjauksessa määriteltä. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)



Kuvio 1. Tavoitteiden muodostuminen toiminnanohjauksessa (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

#### 3.1 Toiminnanohjauksen tavoitteet

Tuotannossa on yleisiä tavoitteita jotka, jotka ovat toiminnanohjauksessa tärkeitä kuten: kustannusten minimointi, hyvä aikataulukilpailukyky, hyvä laatu sekä tuotannon joustavuus. Tässä kappaleessa tarkastellaan tuotannon tavoitteita yleisellä tasolla. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

### 3.1.1 Kapasiteetti

Kapasiteetti on tuotannonkykyä mittaava mittari, joka ilmoittaa tuotantoyksikön enimmäissuorituskyvyn aikayksikkönä. Mikäli tuotteiden kapasiteettivaatimukset eroavat toisistaan vain vähän, voidaan kapasiteetti ilmaista tuoteyksiköinä. Kapasiteetin hallinta perustuu työpisteen kapasiteettiin sekä suunniteltujen töiden kuormitukseen. Kapasiteetin korkeassa tuottavuudessa tuotannon laitteisiin, koneisiin ja tuotantotiloihin sitoutuu pääomaa, jonka tuottavuus on parempi mitä suurempi tuotanto on kyseessä. Keskeiset resurssit pyritään suunnittelemaan tarkasti, jolloin tuotantoerät ovat mahdollisimman tehokkaassa käytössä. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

### 3.1.2 Vaihto-omaisuuden minimointi

Toimintaan sitoutuneen vaihto-omaisuuden minimoinnissa tarkoitetaan valmistuksen ja materiaali-toimintojen ohjauksen toteutusta niin, että raaka-aineisiin, keskeneräiseen työhön ja lopputuote-varstoihin sitoutuu pääomaa mahdollisimman vähän. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

### 3.1.3 Toimitusvarmuus

Lyhyt läpimenoaika johtaa toimitustehokkuuteen, joka merkitsee lyhempiä ja luotettavampia toimitusajkoja, jolloin asiakas on tyytyväisempi (kuva 3.). Yrityksen on huolehdittava sovitusta toimitusajoista sekä ylläpidettävä valmiutta toimittaa tuotteita asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. Toimitusvarmuus on sitä, kun asiakkaalta tulee tilaus ja tilauksen tuotteelle suunnitellaan tuotantoon kuorma ja toimitusajankohta. Toimitusajankohta vahvistetaan asiakkaalle ja asiakas olettaa saavansa tilaamansa tuotteen vahvistettuun päivämäärään mennessä. Toimitusvarmuutta heikentää tilaus, joka ei ole saapunut asiakkaalle sovittuna ajankohtana. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009); (Tuominen, 2010)

### 3.1.4 Läpimenoaika

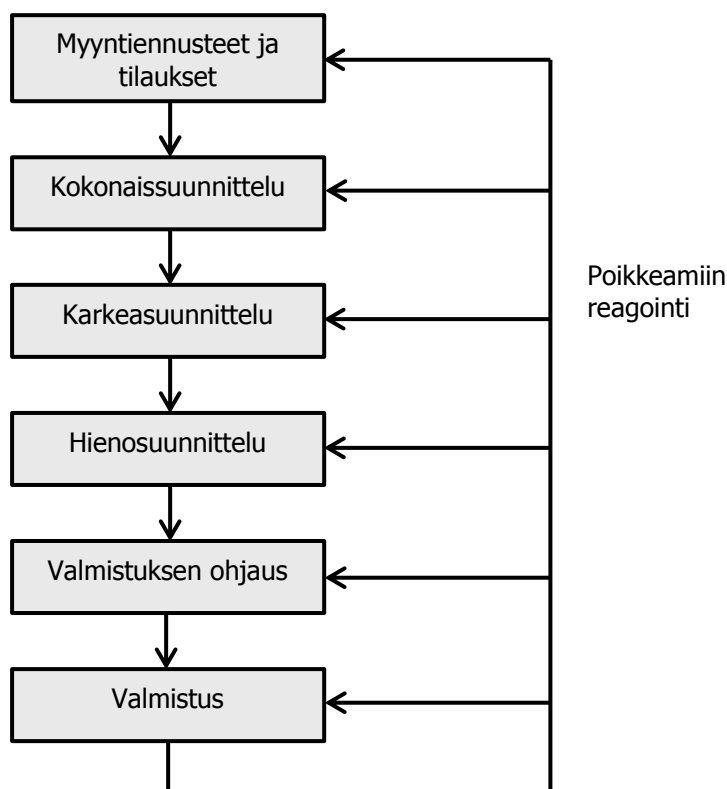
Läpimenoaika tarkoittaa samaa kun läpäisy aika, tämän erona on vain sanan pituus ja kömpelyys. Läpimenoaika kuvaa kokonaisaika, jonka toimintaketju vaatii. Läpimenoajalla tarkoitetaan tavallisin kokonaisläpimenoaika, joka tarkoittaa aikaa tilauksen saannista tilauksen toimitukseen tai valmistuksen läpimenoaika, joka tarkoittaa aikaa tuotteen valmistuksen aloituksesta tuotteen valmistumiseen. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009); (Ilkka;Veijo;& Seppo, 1997)



Kuva 3. Hyvä toimitusvarmuus tyytyväisempi asiakas (Urheilupyörä, 2017)

### 3.2 Toiminnanohjausprosessi

Suunnittelutehtävät ja päätöksenteko toiminnanohjauksessa jakautuvat organisaation eri tasoille. Korkeimmalla tasolla suunnitelmia ei tehdä yksityiskohtaisesti, vaan pyritään huolehtimaan resurssien riittävydestä ja toimintojen koordinoinnista yleisellä tasolla. Toiminnanohjaus tarkentuu prosessin siinä vaiheessa, kun valmistuksen ohjaus on lähempänä. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

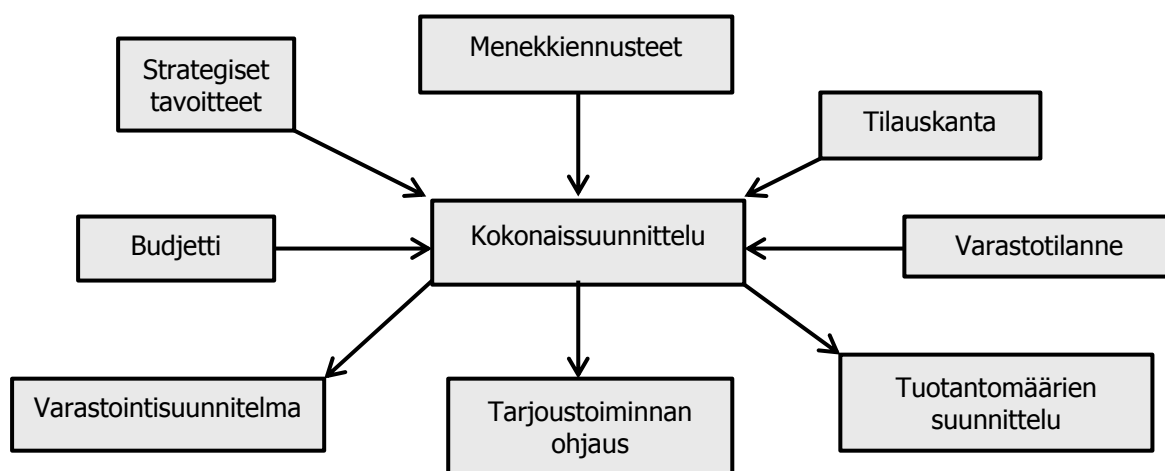


Kuvio 2. Toiminnanohjausprosessin vaiheet (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

Kuviossa (kuvio 2) on yleisesti esitetty Toiminnanohjausprosessi. Kuviota tarkasteltaessa on otettava huomioon, että näennäisesti selkeästi etenevässä ohjauksessa tapahtuu uudelleensuunnittelua koko ajan sekä järjestystä eri suunnittelutehtävien kesken. Tuotannotoiminnassa on tavallista, että viime hetkellä ilmaantuu asioita, jotka vaikuttavat päätöksentekoon, näiden vuoksi uudelleensuunnittelua joudutaan tekemään. Tuotantohäiriöt, materiaali puutteet ja laiteviat johtavat valitettavasti töiden uudelleenjärjestelyihin. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

### 3.3 Tuotannon kokonaissuunnittelu

Kokonaissuunnittelulla (kuvio 3) tarkoitetaan ylimmän tason suunnittelua, tässä tehdään suunnitelmat, jotka koskevat tuotannon kokonaisvolyymia ja taloutta. Tämän suunnittelumuodon tehtäviin sisältyy muun muassa: toiminnan volyymien määrittäminen, varastojen suunnittelu sekä eri resurssien ja kapasiteetin kokonaistarpeen määrittäminen. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)



Kuvio 3. Kokonaissuunnittelu (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

"Kokonaissuunnittelu perustuu yrityksen tilaukantaan, menekkiennusteisiin sekä varastotilanteeseen. Kokonaissuunnittelun tietoja käytetään tarkempien suunnitelmien lähtökohtana. Kokonaissuunnittelun perusteella voidaan suunnitella kapasiteetin muutokset, suunnitella tuote- ja materiaali-varastojen tasot, palkata lisää henkilökuntaa sekä tehdä kausisopimuksia toimittajien ja alihankkijoiden kanssa." (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

### 3.4 Tuotannon karkea suunnittelu

Kokonaissuunnittelusta seuraava alempi taso on karkeasuunnittelu, joka on tarkempi suunnittelun muoto. Tätä tehdään yleisesti useammin, kun kokonaissuunnittelua, noin muutaman viikon aikajännteellä. Lähtökohta on usein yrityksen tilauskanta, tuotteiden varastotilanne ja valmistusbudjetin tavoitteet. Karkeasuunnittelussa ennusteiden rooli on pienempi, kun kokonaissuunnittelussa. Seuraavassa kuvataan karkeasuunnittelun tehtävät:

1. Resurssien käytön yleissuunnittelu. Tuotannon vaatimat resurssit sekä yleissuunnitelma resurssien käytöstä määritellään karkeasuunnittelussa. Henkilö-, kone- ja laitekapasiteetti määritetään yleisesti. Karkeasuunnittelussa päähuomio on valmistuksen resurssien suunnittelua menekkiä vastaavalle tasolle. Tässä ei yleisesti ohjata valmistusta.
2. Toimintakyvyn määrittely. Keskeisimpiä karkeasuunnittelun tehtäviä on yrityksen toimituskyvyn hallinta. Asiakasohjautuvassa tuotannossa, asiakkaalle luvataan tietyt toimitusajat (toimitusvarmuus), jotka perustuvat tuotannon karkeasuunnitteluun. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

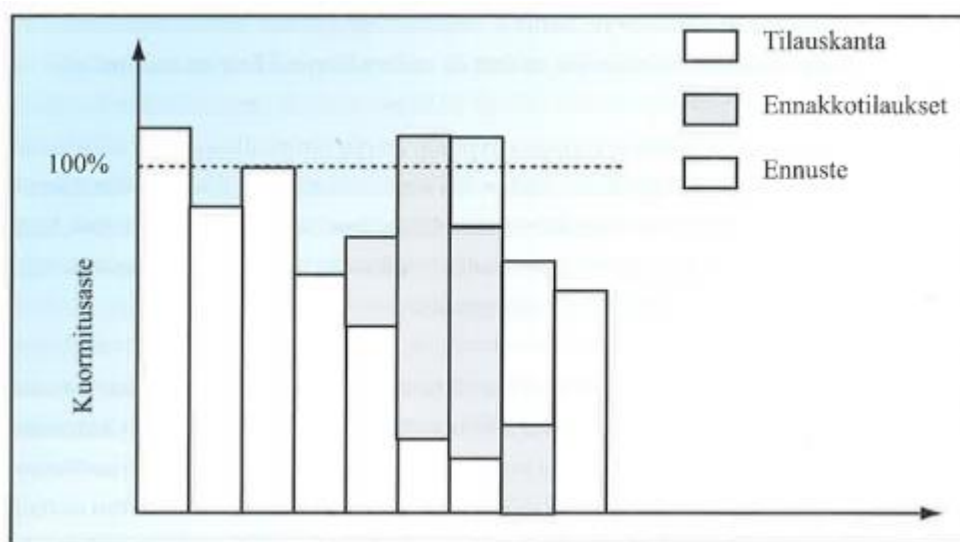
Karkeasuunnittelu edellyttää suunniteltavien tuote-erien keskeisten kapasiteetti- ja materiaalitytarpeiden määrittelyä. Tavallisesti vakiotuotteiden kapasiteetti- ja materiaalitytarpeet tunnetaan hyvin sekä tiedot löytyvät valmiiksi yrityksen toiminnanohjausjärjestelmässä. Resurssien laskenta on tällöin hyvin helppoja ja tarkkaa. Vaikeammin hallinnassa olevat tuotteet ovat yleisesti ottaen tilausohjautuvia tuotteita, nämä suunnitellaan osin tai kokonaan tilaukseen perustuen. Tarkkaan suunnitteluun vaikuttavia tietoja on hankalampi hallita ja laskenta voi olla lähes mahdotonta. Kapasiteettitarpeisiin ja materiaalitymenekkiin joudutaan tällöin turvautumaan likimääräisiin arvoihin tarkkojen arvojen sijasta. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

#### 3.4.1 Kuormitusuunnitelma

Toiminnan suunnittelussa usein rajoittavana tekijänä toimii valmistuskapasiteetti. Karkeasuunnittelussa laaditaan alustava tuotantosuunnitelma, eli mitkä prosessit sisältyvät karkeakuormitukseen ja tästä laaditaan kuormitusuunnitelma. Tuotantoerien ja tilausten vaatima valmistuskapasiteetti on määriteltynä valmiina karkeakuormituksessa, jossa tietoja ylläpidetään. Tuotantoerien suunnittelussa ja toimitusaikojen määrittämisestä huomataan kuinka suunniteltu tuotanto tätä valmistuskapasiteettia kuormittaa. Karkeakuorman ansiosta pystytään tekemään toimitusaikaa, tuotantoerien kokoa ja ajoitusta koskevia päätöksiä. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

### 3.4.2 Kuormituspiirros

Kuormituspiirros (kuvio 4.) on tietyn kuormitusryhmän ja tarkastelu-ajankohdan kuormitusta kuvaava diagrammipiirros. Tällä kuvataan käytössä olevaa kapasiteettia sekä jo ennestään toteutunutta tuotannon kapasiteetin käyttöä. Piirroksella voidaan suunnitella myös tulevaisuuteen valmis kuormitus. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)



Kuvio 4. Kuormituspiirros (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

Kuormituspiirroksen avulla tuotantoa suunnitellaan. Tähän määritellään toimitusajat sekä kapasiteetin tarveaika. Karkeakuormituksessa kapasiteettia tarkastellaan yleisesti viikkotasolla, joka on tarpeeksi tarkasti kuvattu karkeasuunnittelun tarpeisiin. Tietyn aikavälin pylvääseen on laskettu yhteen kaikki siihen kuuluvat toiminnot. Kuormitus tapahtuu tavallisesti rajoittamattomaan kapasiteettiin, jolloin tässä ei ole huomioitu töiden mahdollista päällekkäisyyttä. Kuormituspiirroksessa näkyvä hetkellinen yli- ja alikapasiteetti ei ole ongelma, koska karkeakuormituksessa tarkastellaan yleistä kapasiteetin riittävyyttä. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

### 3.5 Tuotannon hienosuunnittelu

Hienosuunnittelun tarkoituksena olisi pystyä tuotantoa suunnittelemaan yksityiskohtaisemmin kuin kokonais- ja karkeasuunnittelussa. Hienosuunnittelussa pyritään saavuttamaan yksityiskohtainen tuotannonsuunnitelma, jonka perusteella tuotteet valmistuvat. Tuotteen tuntemus, kuten tuotteen eri työvaiheiden sekä vaiheaikojen tuntemus auttaa työvaiheen ajoituksen määrittämisessä. Tarkkuusvaatimus hienosuunnittelussa määräytyvät tietojen tarkkuudesta sekä yksityiskohtaisuudesta. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

”Hienosuunnittelussa muodostetaan tuotantoerät, suunnitellaan tuotantoerät eri työvaiheiden ajoitus sekä luodaan tarkka suunnitelma tuotantoresurssien käytöstä.” (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, s. 417).

Tuotannon todellinen tilanne on erittäin tärkeä tieto valmistussuunnitelman laadinnassa. Tuotanto-suunnitelmien jättämät, tuotantohäiriöt sekä eri kuormitusryhmien työjonot vaikuttavat oleellisesti käytettävissä olevaan kapasiteettiin. Hienosuunnittelussa avain sana on erilaiset muutokset ja häiriöt, näiden takia tuotantoa joudutaan uudelleen suunnittelemaan. Hienosuunnittelussa aikajännettä pidetään mahdollisimman lyhyenä, jolloin suunnittelun tiedot ovat tarpeeksi varmoja sekä mahdollisiin muutoksiin pystytään reagoimaan tarpeeksi tarkasti. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)



## 4 LEAN-AJATTELU

Tämä kappale käsittelee Lean toimintaperiaatetta. Lean on erittäin laaja kokonaisuus, johon sisältyy hyvin paljon erilaisia ajattelumalleja. Tässä osiossa käsitellään sellaisia Lean toimintaperiaatteita, jotka ovat oleellisesti tärkeässä roolissa Hydrolin Oy:n toiminnan ydintä.

### 4.1 Lean ajattelu

Lean tuotannon filosofia perustuu Toyotan Production System (TPS) kehittämään valmistusjärjestelmään. Tätä järjestelmää on kehitetty lähes sata vuotta. Sen keskeisin ajatus on kaiken turhan, asiakasta hyödyttämättömän poistaminen tuotannosta.

Lean tuotannossa keskitytään tuotantovälineiden tehokkaaseen käyttöön, pieniin varastoihin ja yksikertaiseen tuotantoon. Tarkoituksena tuottaa edullisia lopputuotteita, jotka saavutetaan tuotannon tehokkaalla käytöllä. Lopullisena tavoitteena on tuottaa yksiosaisesti tuotannon virtauksen ihannetta kaikkiin yrityksen toimintoihin, tuotesuunnittelusta, tilausten vastaanottoon sekä konkreettiseen tuotantoon. (Hietikko, 2015) (Linker, 2008)

#### 4.1.1 Leanin historia

Lean valmistus on kotoisin Japanista, missä toisen maailmansodan aikaan perustettiin yritys Toyota Motor Corporation. Yrityksen perusti Kiichiro Toyoda 1930-luvulla. Japanin kotimaanmarkkinoilla oli tarkoitus ruveta valmistamaan autoja. Tachiini Ohno, aloitti Toyota-konsernissa uran vuonna 1932, josta sanotaan alkaneen Toyotan Production System kehitys ja siksi häntä usein kutsutaan ”TPS:n isäksi”. Hänen tehtävänsä oli nostaa yritys jaloilleen. Yrityksen ongelmana oli lähes kokonaan pääoman puuttuminen sekä konekannan vanhanaikaisuus. Yrityksen edustajat kävivät muun muassa yhdysvaltojen Ford autotehtaalla hakemassa autoteollisuuden menestykseen ideoita. Toisen maailmansodan takia Toyota kiinnitti huomionsa nimenomaan virtaustehokkuuteen, koska resurssipula oli sodan takia koko maassa ongelma. (Linker, 2008)

Kiichiron Toyodan isä, Sakichi Toyoda oli yrittäjänä ollut aikaisemmin ja lanseerannut vuonna 1896 kokonaan automatisoidut voimakäyttöiset kutomakoneet. Nämä kutomakoneet olivat hurja menestys koko tekstiilialalla. kutomakoneilla oli omanalainen toiminto, jos lanka katkesi, koko tuotanto pysähtyi automaattisesti. Tällä tavalla pystyttiin ongelmaan puuttumaan välittömästi ja poistaa se. Käsité sai myöhemmin nimen ”jidoka” ja se tarkoittaa ”automatisointia inhimillisellä otteella”. Tällä idealla koneet tunnistivat virheet automaattisesti. Tästä tuli sittemmin Sakichin filosofian ydin ja Toyotan tuotantojärjestelmän toinen peruspilari. Toinen peruspilari Toyotan tuotantojärjestelmään kehitettiin just-in-time filosofia. Tällä Just-In-Time (JIT) periaatteella luotiin tuotannon virtaus karsimalla kaikki varastot ja keskittymällä vain tuottamaan sitä mitä asiakas halusi. (Modig & Åhlström, 2013); (Linker, 2008)

*”Tärkeintä Toyotan tarinassa on se, että resurssipula pakotti yrityksen kehittämään virtaustehokkuuteen keskittyvät tuotantojärjestelmän. Länsimaiset tarkkailijat nimesivät sittemmin Toyotan järjestelmän leaniksi.”*(Modig & Åhlström, 2013).

#### 4.1.2 Just in time (JIT)

Suomennettuna tarkoittaa Juuri Oikean Tarpeeseen (JOT), tämän filosofian alle kokoontuu koko yrityksen toiminta. Toimivassa JIT – tuotannon valmistetaan tavaraa prosessin läpi pienissä sarjoissa, ilman välivarastointia ja asiakkaan tilauksia vastaan. Turhan työn määrä sekä sidottu pääoma on vähäisempää. Työlle on selkeät raamit minkä mukaan tuotannossa edetään. Tällä tavalla saadaan nopeasti tieto ongelmista kuten kapasiteetista ja laadusta. Just In Time mallissa ajatuksena on, että jokainen varmistaa tuotteen oikean aikaisen toimituksen, oikeaan paikkaan, tilatun verran tavaraa ja oikean laatuksena. Jokaisen tulisi tässä asiassa ajatella kun yrittäjä ja pyrkiä parhaaseen, jotta nämä toteutuisivat. Tavarantoimituksen pitäisi saapua asiakkaalle oikeassa kuljetusyksikössä, suunnitelluin kustannuksin ja sovittuun hintaan. Tämä filosofia on enemmänkin tapa tekniikoita, jota voidaan käyttää kaikissa yrityksen toiminnoissa, ei vain valmistuksessa. (Tuominen, 2010)

#### 4.1.3 Imuohjaus

Imuohjaus perustuu nimenomaan tilaus ohjautuvaan tuotannon valmistamiseen. Varastoon valmistamista pyritään tämän periaatteen mukaan minimoimaan tai välttämään kokonaan. Imuohjauksen periaate perustuu siihen, että osia imetään vain sen todellisen määrän verran. Valmistusketjussa tarveimpulssit etenevät lopusta alkuun päin. Pienten nopeiden välivarastojen avulla imuohjaus toteutetaan käytännössä. Imuohjaus soveltuu parhaiten vakio tilaus osille ja materiaaleille, joita tilataan suhteellisen useasti. Yleisesti imuohjaus on käytössä vakio menekki tuotteiden kohdalla ja tällöin toimitusvarmuus on myös usein hyvä näillä. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

#### 4.1.4 Heijunka

Heijunka on Japanilainen sana ja tarkoittaa tasoitusta. Heijungassa on kyse tuotannon tasoittamisesta tuotantomäärien mukaan, jossa tuotteita tuotetaan juuri oikeaan aikaan (JOT). Heijunka on yksi keino poistaa hukkaa. Tuotannossa on usein vaihtelua, asiakkaat tilaavat vaihtelevasti ja kysyntä on epävakaata. Tuotannon tasapainoinen virtaaminen on perusta virtaus- ja imuohjausjärjestelmille sekä tuotannon varastojen minimoimiselle. Heijunka pyrkii tuotettujen kappalemäärien sekä tuotannon kappale valikoiman tasoittamiseen niin, että vaihtelu on vain vähäistä päiväkohtaisesti. (Linker, 2008); (MCS, 2012)

#### 4.1.5 Muda

Muda tulee japaninkielisestä sanasta ja se tarkoittaa hävikkiä (tuhlausta), se sisältää kaiken inhimillisen toiminnan, joka ei tuota yritykselle arvoa. Toyota on määritellyt hukalle seitsemän päätyyppiä valmistuksessa:

1. Ylituotanto. Ylituotannolla tarkoitetaan tuotteen tai osien valmistusta, jota asiakas ei ole tilannut. Esimerkkinä tästä ovat valmiiksi varastoon tehtävät tuotteet. Keskeneräinen tuotanto on ylituotantoa, koska ne odottava puuttuvia osia tai korjaus työtä. Ylituotantoa on myös tuotteiden tai osien tekemistä ennen kuin niitä tarvitaan prosessin seuraavassa vaiheessa.
2. Odottelu/viivästyminen. Tämä tarkoittaa tuotannon odottelua/viivästymistä, joudutaan odottelemaan automatisoitujen koneiden toimintaa, seuraavaa käsittelyvaihetta, laitevikojen korjausta tai materiaalipuutetta. Tavara voi myös lähteä myöhässä ja siten alentaa asiakastytyväisyyttä.
3. Kuljetukset. Kuljetuksessa on kyse tavaran siirrosta paikasta A paikkaan B. Tästä voi seurata turhia riskejä, tuotteen vahingoittumista, katoamista sekä tuotteen viivytyksiä.
4. Yliprosessointi. Yliprosessoinnissa tuotannossa suoritetaan tuotteelle tai osille turhia työvaiheita. Tästä syntyy myös hukkaa, kun tehdään laadukkaampia tuotteita kun olisi välttämätön.
5. Tarpeettomat varastoinnit. Tarpeetonta varastointia esiintyy yleensä raaka-aineissa, keskeneräisessä tuotannossa sekä valmiin tuotteen varastoinnissa. Nämä kaikki sitovat pääoma ja tuottavat turhia lisäkuluja yritykselle.
6. Liike. Liikkeessä on kyse työntekijän liikkeestä tai tuotantolaitteen liikkeestä. Tähän kuuluu kaikki liike, joka on turhaa, kuten osien tai työkalujen etsiminen. Tässä tapauksessa myös kävely katsotaan hukaksi, joka täytyy minimoida.
7. Poikkeamat. Poikkeamat ovat viallisten osien toteamista ja korjaamista. Asiakas voi tuotteen hylätä, jos huomaa tuotteen olevan viallinen tai vioittunut.
8. Työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen on myös yksi hukan muoto. Tässä hukan muodosta voidaan ajatella, että työntekijän kykyjä oppia, ideoida, taitojen hiomista tai aikaa hukataan, eikä työntekijää kuunnella.

(Linker, 2008); (Hietikko, 2015)

## 5 PROSESSI

Prosessissa on kysymys arjen tehokkuudesta. Tämä tarkoittaa sitä, että tapahtuuko toimitus ajallaan ja virheettömästi, miten kauan toimitus kestää sekä kuinka paljon aikaa ja muita resursseja tarvitaan toimitukseen. Prosessin sujuvuus on tuotannolle erittäin tärkeä. (Laamanen, 2005)

Prosessit tarkoittavat sitä, että ymmärretään onnistumiseen liittyviä arjen erilaisia syy-seuraussuhteita. Esimerkiksi postin toiminta koostuu tietyistä toiminnoista kuten keräilypisteiltä jakelukeskukseen ja siitä edelleen toimipaikkoihin ja jakeluna postilaatikoihin, josta vastaanottaja noutaa ja lukee postin. Postin organisaatiossa nämä kaikki toiminnot koostuvat sadoista tehtävistä, joiden onnistuminen on välttämätöntä postin liiketoiminnan kannalta. Organisaatiossa on yleisesti kymmeniä, ellei satoja vastaavia toimintojen ketjuja (prosesseja), jotka voivat liittyä markkinointiin, myyntiin, toimituksiin, palveluun, osaamisen kehittämiseen, toiminnan suunnitteluun ja tietojärjestelmien kehittämiseen. Prosessin toteutumiseen vaaditaan resursseja, kuten osaamista, työaikaa, menetelmiä, rahaa, laitteita ja koneita sekä tiloja. (Laamanen, 2005)

### 5.1 Prosessin kolme lakia

Prosessilla on kolme lakia, jotka vaikuttavat organisaation toiminnassa sekä materiaalivirtauksien tehokkuudessa. Nämä prosessien noudattavat lait ovat yleispäteviä ja niiden toimivuutta voidaan todistaa matemaattisesti. Lait ovat Littlen laki, pullonkaulat ja vaihtelun vaikutus prosesseihin. (Modig & Åhlström, 2013)

#### 5.1.1 Littlen laki

Läpimenoaika on järjestelmän rajoista riippuvainen ja tarkoittaa prosessin alkamisen ja päättymisen välistä aikaa. Tämä voidaan laskea Littlen lain avulla seuraavasti:

$$\text{Läpimenoaika} = \text{keskeneräisten virtausyksiköiden määrä} \times \text{jaksoaika} \quad (1)$$

Kaavan 1 mukaan, läpimenoaikaan vaikuttaa kaksi asiaa, jotka ovat toisiinsa liitännäisiä: käsiteltävien virtausyksiköiden lukumäärä ja jaksoaika. Virtausyksiköllä tarkoitetaan yrityksessä tuotettua tuotetta. Tässä opinnäytetyössä se tarkoittaa hydrauliikkasynteriä. Jaksoaika tarkoittaa sitä kuinka kauan prosessin läpimenossa menee aikaa. (Modig & Åhlström, 2013)

Yrityksellä on sisäisesti valittuja toimintoja ja järjestelmiä, joissa kulkee virtausyksiköitä. Keskeneräisellä virtausyksiköllä tarkoitetaan kaikkia virtausyksiköitä, jotka kulkevat järjestelmän sisäpuolella. Keskeneräiset virtausyksiköt ovat siis jo prosessin sisällä mutta eivät valmiina.

Littlen lailla pystytään todentamaan se, että keskeneräiset virtausyksiköt lisäävät läpimenoaika. (Modig & Åhlström, 2013)

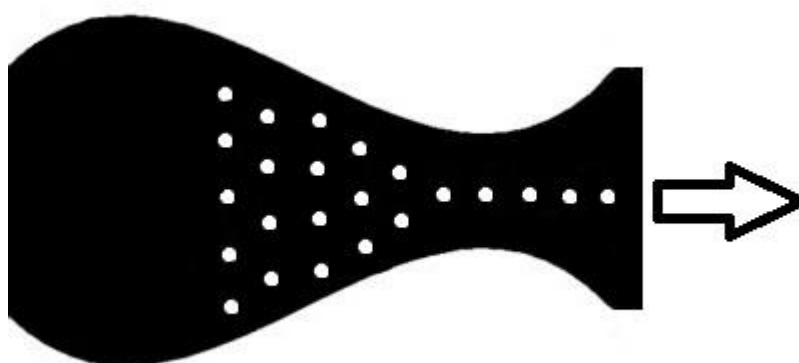
### 5.1.2 Pullonkaulat

Pullonkaulat on toinen laki, jonka avulla prosessien toimintaa pystytään ymmärtämään.

Tuotannon sisällä olevat pysähdykset ovat pullonkauloja. Niitä on tuotannon toiminnassa erilaisissa vaiheissa, näitä voi olla osaprosesseissa tai yksittäisissä toiminnoissa. Ne rajoittavat toiminnan läpimenoa pullonkaulan tapaan. Pullonkaula lain mukaan prosessin läpimenoaika riippuu siitä prosessin vaiheesta, jonka jaksoaika on pisintä. Tätä vaihetta voidaan siis kutsua siksi prosessin vaiheeksi, jossa läpivirtaus on pienintä, jolloin tämä vaihe kuristaa virtauksen. (Modig & Åhlström, 2013)

Yleensä aina ennen kun pullonkaula ilmaantuu, muodostuu jono (kuva 4.). Tämä tapahtuu riippumatta siitä, virtaako prosessin lävitse informaatio, ihmiset vai materiaali. Prosessin vaiheissa on usein selvää, mikä on pullonkaula, erityisesti jos virtausyksikköinä on kyse materiaalista tai ihmisistä. Pullonkaulasta johtuvan prosessin seuraava vaihe joutuu yleensä odottamaan vuoroaan, jolloin sen prosessin toimintoa ei hyödynnetä täysin. Koska pullonkaula on usein siinä prosessissa, jonka läpivirtaus on pienintä, niin tekemistä on vähemmän kuin olisi mahdollista. (Modig & Åhlström, 2013)

Pullonkaulat voi yrittää eliminoida esimerkiksi työskentelyä tehostamalla tai resursseja kuten koneita tai ihmisiä lisäämällä, mutta ne kuitenkin ilmaantuu jossain muualla; niitä ei pystytä kokonaan välttämään. Koska pullonkaulat muodostavat käsittelyyn menevistä virtausyksiköistä jonon, lisäävät ne läpimenoaikaa. Läpimenoajan piteneminen taas ei ole arvoa tuottavaa aikaa, koska jonoissa on kyse odottamisesta. Jos yrityksen tavoitteet ovat päästä hyvään virtaustehokkuuteen, täytyy pullonkauloja välttää. (Modig & Åhlström, 2013)



Kuva 4. Pullonkaula ilmiö (Hukkajahti.fi, 2017)

### 5.1.3 Vaihtelun vaikutus prosesseihin

Kolmas laki on vaihtelun vaikutus prosesseihin, tämän lain avulla pystytään ymmärtämään prosessin toiminnan, resurssitehokkuuden, vaihtelun ja läpimenoajan välisen yhteyden. Hyvän resurssitehokkuuden ja -virtaustehokkuuden yhdistäminen organisaatiossa voi olla haasteellista ellei jopa mahdotonta. (Modig & Åhlström, 2013) (Torkkola, 2015).

Prosesseissa on vaihtelua, josta myös pullonkaulojen syntyminen johtuu. Vaihtelu vaikuttaa huonontaan virtaustehokkuutta. Yleisimpiä syitä ovat resurssit, virtausyksiköt ja ulkoiset tekijät. Resurssihin kuten koneisiin voi tulla vika, jota joudutaan yhtäkkiä korjaamaan. Kokeneemmat työntekijät saattavat tehdä työn nopeammin kuin kokemattomammat. Virtausyksikössä voi tulla laadullisia ongelmia, esimerkiksi materiaali on virheellinen. Ulkoiselta tekijältä tulee kiireellinen tilaus, joka täytyy saada kaikkien muiden jo aloitettujen töiden ohitse. Nämä kaikki yleisimmät syyt riippumatta vaihtelun aiheuttajasta, vaikuttavat tilauksien toimitusaikaan.

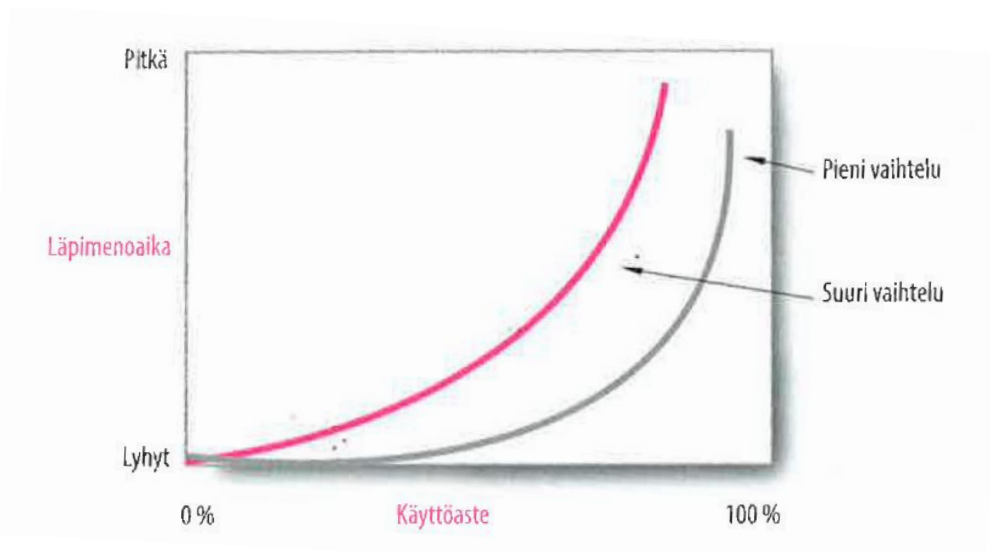
Prosessit saattavat koostua useista vaiheista, jos ensimmäisessä prosessin käsittely vaiheessa on ollut vaihtelua vaikuttaa se oleellisesti seuraavan vaiheen aloitukseen. (Modig & Åhlström, 2013)



Kuva 5. Optimitilan kuvaus (Torkkola, 2015)

*"Prosessissa oleva vaihtelu estää pääsemästä tähden osoittamaan optimitilaan (kuva 5.). Vaihtelu on kuvattu katkoviivalla. Mitä enemmän vaihtelua on, sitä pienempi on alue, jolla käytännössä voi toimia. Sen takia resurssien käytön maksimointi pidentää aina asiakkaan odotusaikaa. Virtauksen kolme pahinta vihollista ovat vaihtelu, ylikuormitus ja hukka (japaniksi muda). Näiden esteiden poistaminen ei ole tavoite vaan keino päästä päämäärään."* (Torkkola, 2015)

Alla olevan kaavion esitteli Sir John Kingman 1960-luvulla. Tässä kaaviossa Kingman esittelee vaihtelun vaikutusta virtaustehokkuuteen. Kaavio perustuu vaihtelun, resurssitehokkuuden ja läpimenoajan yhteyteen. (Modig & Åhlström, 2013)



Kuva 6. Kingmanin kaava (Modig & Åhlström, 2013)

Kuvan (kuva 6.) pystyakseli kuvaa läpimenoaikaa ja mitä korkeammalle se menee sitä enemmän läpimenoaika kasvaa. Resurssitehokkuus, joka on kuvassa osoitettu käyttöasteena vaak-akselilla. Tässä havainnoidaan kuinka tehokkaasti resursseja mitataan. Resurssitehokkuus on aina parempi, kun se on lähempänä sataa prosenttia. Kuvassa on kaksi käyrää, jotka kertovat läpimenoajan ja käyttöasteen välisen yhteyden. Toinen kuvaa suurta ja toinen pientä vaihtelua. Läpimenoaika on siis sitä pidempi, mitä suurempi prosessin vaihtelu on. (Modig & Åhlström, 2013)

## 6 TOIMINNANOHJAUKSEN TIETOJÄRJESTELMÄ (ERP)

Tässä luvussa kerrotaan yleisesti toiminnan ohjausjärjestelmistä sekä sen vaikutuksesta yrityksen toiminnalle sekä tuotannonsuunnittelulle. Hydroline Oy:lla on käytössä CGI:n tuotannon- ja talouden ohjausjärjestelmä V10. Tämä on otettu käyttöön vuonna 2009. Kyseinen tuotannon ja talouden ohjausjärjestelmä on tärkeässä roolissa tässä tutkimustyössä. ERP järjestelmän avulla selvitetään kuinka pystytään suunnittelemaan ja hallitsemaan tuotantoa, niihin kuuluvia prosesseja sekä resursseja päivä ja laitekohtaisesti.

Tietojen hallinnassa ja toiminnanohjauksessa on yritysten tietojärjestelmien rooli kasvanut jatkuvasti. Tänä päivänä, suuri ja keskikokoinen yritys ei pysty enää toimimaan ilman toiminnanohjauksen tietojärjestelmää. Näitä järjestelmiä kutsutaan yleisesti ERP-järjestelmäksi; Tämä nimi tulee sanoista Enterprise Resource Planning (yrityksen resurssien suunnittelu). (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009).

### 6.1 Toiminnanohjausjärjestelmä

Toiminnanohjauksen tarkoituksena on ylläpitää yrityksen perustoiminnot, kuten myynti, hankinta, tuotanto, varastointi, jakelu ja laskutus. Järjestelmän avulla voidaan helposti hallitsemaan erilaisia sisäisiä ja ulkoisia toimintoja kuten, tietojenhallintaa, suunnittelua ja ohjausta. Toiminnanohjausjärjestelmässä yrityksen toimintaa kuvataan prosessina. Tämän avulla prosessissa pystytään luomaan hyödykkeitä ihmisten ja koneiden avulla. Järjestelmän avulla saadaan koko yritykselle välittömästi oikeanlainen ja yhtenäinen tieto jaettua. Toiminnanohjausjärjestelmän avulla voidaan hallinnoida systemaattisesti sellaista tieto- ja tapahtumamääriä, joiden hallinnoiminen olisi käytännössä mahdotonta toteuttaa käsin. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009); (Lehtonen, 2008)

Käytännössä toiminnanohjauksen integrointi tarkoittaa sitä, että ERP- järjestelmän avulla voidaan tehokkaasti hallita yrityksen kaikkia resursseja (muun muassa koneita ja laitteita) ja tuotantolaitoksia ja suunnitella keskitetysti tuotannon ja liiketoiminnan toteutus. Eri toimintojen tarkemman johtamisen ja seurannan mahdolliseksi tekee tietotekninen integrointi. Järjestelmästä on helposti saatavilla keskitetyt tunnusluvut, raportit ja kustannustiedot. Toiminnanohjausjärjestelmässä on myös heikkouksia. Ongelmat joita järjestelmässä useasti on, ovat suoraan liitoksissa järjestelmän vahvuuksiin. Integroitu kaiken kattava järjestelmä on usein monimutkainen, kallis ja käyttöönotto vaatii usein pitkän ajan. Usein järjestelmässä muutettavat ja muokattavat toiminnot ovat hankalasti toteutettavissa. Toiminnanohjausjärjestelmässä ohjelmisto on suunniteltu yhteisesti palvelemaan laajaa asiakaskuntaa, jolloin järjestelmä ei välttämättä tue yrityskohtaisia tietojenkäsittelytarpeita. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)



### 6.1.1 Tuoterakenteen määrittäminen

Tuoterakenne määrittelee tuotteiden valmistuksessa tarvittavat raaka-aineet ja komponentit. Työnvaiherakenne kuvaa tuoterakenteeseen liittyvät valmistuksen työvaiheet ja erivaiheiden vaatiman tuotteen kapasiteetin. Yleensä materiaali- ja kapasiteettitarpeet määritellään yhtä valmistunutta lopputuoteyksikköä kohden. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009)

## 7 TYÖN SUORITUS

Tutkimustyön tavoitteena oli saada Hydroline Oy:lle konkreettinen tieto siitä, olisiko yrityksen toiminnassa sekä ERP- järjestelmässä tällä hetkellä mahdollisuutta suunnitella tuotantoa laitekohtaisesti tämän hetken solukohtaisen suunnittelun sijaan. Yrityksellä on kolme tuotantosolua ja näistä valittiin vain yksi solu tutkimustyöhön. Tuotantosolukseksi haluttiin valita kapasiteetti mielessä haastava tuotantosolu. Tutkimustyön tarkoitus oli tutkia yrityksen ERP- järjestelmän tuotannonsuunnittelun työkalua, kuinka resurssit siellä näkyvät ja pystytäänkö tuotannonsuunnittelussa tutkimaan koneita resurssikohtaisesti. Tämä tarkoitti myös sitä, että sylintereiden mallivaiheketjuja täytyi tutkia, onko mallivaiheketjulle merkattu resurssipaikat sylintereiden valmistukseen. Tutkimustyö on tehty haastatteluiden, tuotantosolun tutkimisen ja havainnoinnin pohjalta sekä yrityksen ERP-järjestelmästä saatujen tietojen pohjalta. Työn tutkimisen ensimmäinen vaihe oli määrittää työn ongelma ja tavoite.

### 7.1 Solukohtainen tuotannonsuunnittelu

Yrityksellä on kolme tuotantosolua, joiden mukaan tuotantoa suunnitellaan. Jokaiselle tuotantosolulle on määritetty oma kapasiteetti kaikille viikoille, joten tuotannonsuunnittelu tapahtuu viikkokohtaisesti. Kapasiteetti määritetään etukäteen tiedettyjen kriteerien pohjalla, joihin vaikuttaa muun muassa työntekijät, koneet, lomat yms. Nämä kaikki vaikuttavat kapasiteetin määrittämiseen ja kuinka suuren kuorman voi kullekin solulle viikossa suunnitella.

### 7.1.1 Solukohtaisen tuotannonsuunnittelun ongelma

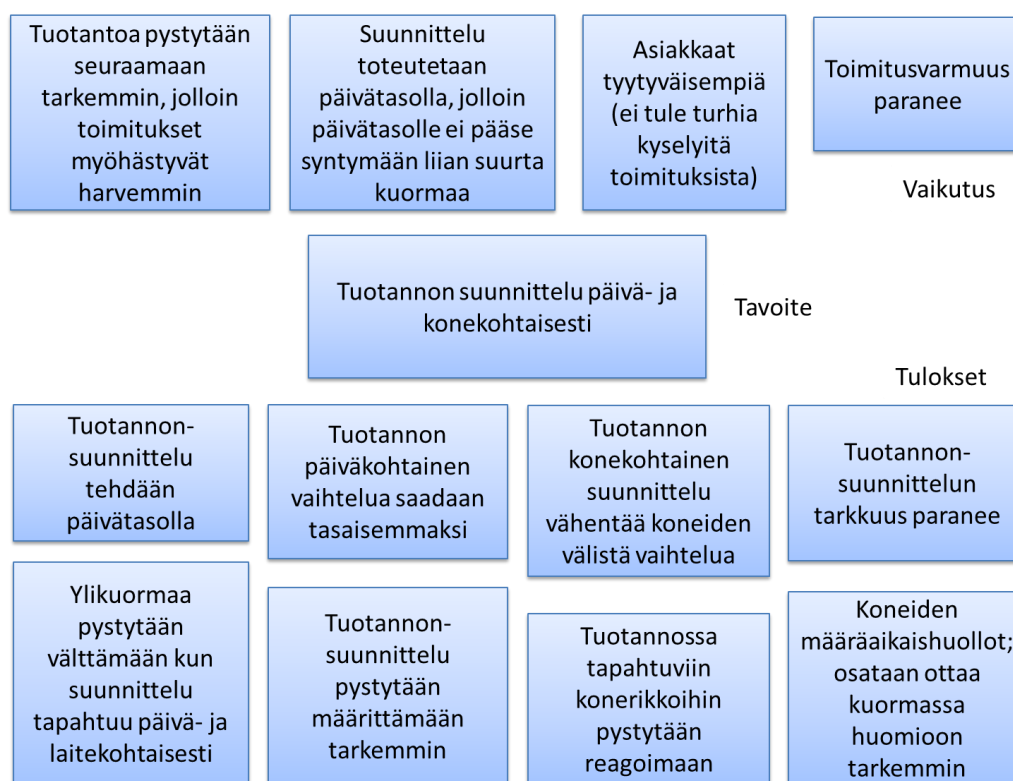
Solu- ja viikkokohtaisen suunnitteluun sisältyy ongelmia, joiden hallitseminen on hyvin haastavaa tällä suunnittelun muodolla. Työnsuoritus aloitettiin solu- ja viikkokohtaisen tuotannonsuunnitteluun määritetyllä ongelma-analyysillä (kuva 7.). Tämän avulla tutkimustyössä päästiin itse ongelmaan helpommin käsiksi. Solu- ja viikkokohtaisen tuotannonsuunnittelun ongelma on sen laajuudessa, tuotannonsuunnittelua ei pystytä tarpeeksi tarkasti määrittämään. Tämän ongelma on siinä, että mahdolliset konerikot sekä koneiden määräaikaahuollot on hyvin vaikea ottaa huomioon tuotantoa suunniteltaessa tai mahdollisesti puuttua jo olemassa oleviin suunnitelmiin konerikon sattuessa. Tuotannon viikkokohtaisen suunnittelun haastavuus on päiväkohtainen vaihtelu, näin ei pystytä takaamaan, että viikonpäivistä jokaisessa olisi tasainen kuorma. Tämä johtaa siihen, että jokin päivä on ylikuormassa ja sen päivän töitä voidaan joutua siirtämään seuraavalle päivälle. Ongelmat johtavat tuotannon liian suureen kuormaan sekä tuotannon myöhästymiseen, jolloin toimitusvarmuus heikkenee ja asiakkaat ovat tyytymättömiä.



Kuva 7. Ongelma-analyysi

### 7.1.2 Laite- ja päiväkohtaisen tuotannonsuunnittelun tavoite

Ongelma-analyysin jälkeen määritettiin tutkimustyön ongelmalle tavoitteet, mihin työssä halutaan pyrkiä (kuva 8.). Laite- ja päiväkohtaisessa tuotannonsuunnittelun tarkoitus olisi, että tuotantoa pystytään tarkemmin suunnittelemaan. Pystytään vaikuttamaan ja reagoimaan muutoksiin nopeasti, kuten esimerkiksi konerikkoon. Päiväkohtaisessa tuotannonsuunnittelussa olisi se hyöty, ettei liian suurta päiväkohtaista kuormaa pääse syntymään ja vaihtelu olisi tasaisempaa niin kuorman kuin koneiden välillä. Tuotannon laite- ja päiväkohtaisesta suunnittelusta olisi hyötyä kun koneilla on määräaika huollot, jolloin tämä pystytään ottamaan helpommin huomioon tuotannon kuormaa suunniteltaessa. Tavoitteena olisi, että tuotantoa pystytään seuraamaan tarkemmin ja toimitukset myöhästyvät harvemmin, asiakkaat ovat tyytyväisempiä, kun saavat toimitukset ajallaan ja turhat toimituskyselyt häviäisivät sekä toimitusvarmuus paranee.



Kuva 8. Tavoite-analyysi

## 7.2

### Tuotantosolu

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantosolun toiminnan, jonka vuoksi luku on toimeksiantajan pyynnöstä salainen.

### 7.3 Mallivaiheketju ja valmistusmalli

Mallivaiheketju kuvaa tuotteen, tämän työn tapauksessa sylinterin valmistuksen etenemisreitit tuotannossa. Valmistusmalleilla sidotaan yhteen nimike, nimikkeen työstöön kuuluva työmalli ja valmistuksesta tuleva kuorma. Sylinterin mallivaiheketju on kuvattu tarkasti tässä luvussa, jonka vuoksi luku on salainen toimeksiantajan pyynnöstä.

## 8 TYÖN TULOKSET

Tulokseksi työssä saatiin, että tuotantoa on mahdollista suunnitella päivä – ja laitekohtaisesti. Tuotannonsuunnittelun työkalussa on mahdollista määrittää kapasiteetti laitekohtaisesti. Tämän luku sekä 8.1. ja liite 1. on toimeksiantajan pyynnöstä salainen.

## 9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön toimeksiantajayritys oli Hydroline Oy ja aiheena oli laitekohtaisen tuotannonsuunnittelun tutkimustyö. Tavoitteena oli selvittää, olisiko yrityksen mahdollista suunnitella tuotantoa tarkemmin laite- ja päiväkohtaisesti nykyisen solukohtaisen tuotannonsuunnittelun sijaan.

Työn tuloksena saatiin, että yrityksellä on mahdollisuus jo nykyisessä toiminnanohjausjärjestelmässä suunnitella tuotantoa laite- ja päiväkohtaisesti. Tämä kuitenkin tarkoittaisi joidenkin mallivaiheketjujen päivittämistä, jolloin saadaan resurssit tarkennettua kyseisille koneille. Tutkimustyössä löydettiin myös tutkittavasta solusta pullonkaula, joka vaikuttaisi olevan yrityksen tuotannonsuunnittelun kannalta suurempi asia kuin itse laite- ja päiväkohtainen tuotannonsuunnittelu.

Pullonkaulan löytyminen solun yhdestä vaiheesta aiheuttaa sen, että jonot ja odotus pääsevät syntymään ennen ja jälkeen vaiheen. Tuotantoa halutaan suunnitella siten, että tavara virtaa jouhevasti solussa eikä jonoja ja odotusta pääse syntymään. Tuotannonsuunnittelua täytyy suunnitella siten, että otetaan huomioon tämä pullonkaulavaihe ja suunnittelu toteutetaan tämä vaihe huomioiden.

Opinnäytetyön aiheeseen täytyi tutustua alkuun teoreettisesti, koska aihe-alue oli tuntematon ja alkuun tuntui hyvin haastavalta kokonaisuudelta. Teoreettista pohjaa tutkiessa alkoi hahmottua mitä tarvitsee tutkia ja miten tietoa saadaan. Pullonkaulan löytyminen oli mielenkiintoinen lisä työhön, vaikka pullonkaulan todentaminen oli haasteellista. Kokonaisuudessa opinnäytetyön eteneminen sujui hyvin ja ajallaan.

## LÄHTEET

- Haverila, M. J.; Uusi-Rauva, E.; Kouri, I.; & Miettinen, A. (2009). Teollisuustalous. Teoksessa M. J. Haverila; E. Uusi-Rauva; I. Kouri; & A. Miettinen, *Teollisuustalous*. Tampere: Infacs Oy.
- Hietikko, E. (2015). *Tuotekehitystoiminta*. Helsinki: Books on Demand.
- Hukkajahti.fi. (2017). *Hukkajahti.fi*. (Hukkajahti.fi) Haettu 13. Toukokuu 2017 osoitteesta Hukkajahti.fi: <http://www.lean-finland.fi/>
- Hydroline Oy. (2017).
- Hydroline Oy. (2017). *Hydroline Oy*. Haettu 1. 4 2017 osoitteesta Hydroline Oy: <http://www.hydroline.fi/>
- Ilkka, L.; Veijo, K.; & Seppo, T. (1997). *Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät*. Porvoo: WSOY.
- Issakainen, K.-P. (2016). Savon Sanomat. *Savon Sanomat*.
- Knowhow, Q.; & Oy, K. (2017). *Six Sigma*. Noudettu osoitteesta Six Sigma: <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/leanin-historiaa/>
- Laamanen, K. (2005). *Johda suorituskyyä tiedon avulla*. Helsinki: Suomen Laatukeskus Oy.
- Lehtonen, J.-M. (2008). *Tuotantotalous*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Linker, J. K. (2008). *Toyotan tapaan "The Toyota Way"*. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- MCS. (2012). *Leaniksi*. (MCS Oy) Haettu 24. Toukokuu 2017 osoitteesta Leaniksi: <http://leaniksi.fi/lean-sanasto/>
- Modig, N.; & Åhlström, P. (2013). *Tätä on lean*. Tukholma: Rheologia Publishing.
- Torkkola, S. (2015). *Lean asiantuntijatyön johtamisessa*. Helsinki: Talentum Media Oy.
- Tuominen, K. (2010). *Lean käytännössä*. Helsinki: A Bonnier Group Company.
- Urheilupyörä, S. (2017). *Suomen Urheilupyörä*. (Suomen Urheilupyörä) Haettu 13. Toukokuu 2017 osoitteesta Suomen Urheilupyörä: <http://www.suomenurheilupyora.fi/toimitusvarmuus-sata>